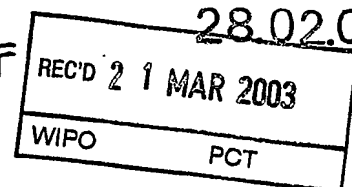


30 AUG 2004

10/505169
PCT/JP/03/02327

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 2月28日

出願番号

Application Number:

特願2002-054541

[ST.10/C]:

[JP2002-054541]

出願人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

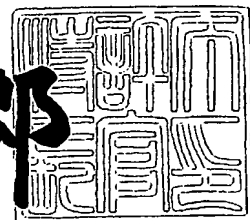
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2002年 9月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3072938

BEST AVAILABLE CO.

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP011105

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/285

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター東
京エレクトロン株式会社内

【氏名】 高木 俊夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター東
京エレクトロン株式会社内

【氏名】 佐久間 健

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代表者】 東 哲郎

【代理人】

【識別番号】 100090125

【弁理士】

【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049906

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の処理を施すために加熱された被処理体を収容した処理空間に対して処理ガスを供給するための複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッド構造において、

前記ガス噴射孔に、放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるように構成したことを特徴とするシャワーヘッド構造。

【請求項 2】 前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部に位置されていることを特徴とする請求項 1 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 3】 前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部を含めてその半径方向に沿って複数個設けられることを特徴とする請求項 1 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 4】 前記光導入口ロッドが設けられたガス噴射孔の開口面積は、該ガス噴射孔より噴射されるガスと同種のガスが噴射される他のガス噴射孔の開口面積よりも、前記光導入口ロッドの断面積に相当する面積だけ大きく設定されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 5】 前記所定の処理は成膜処理であり、前記処理ガスは前記成膜処理に必要なアシストガスであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 6】 前記アシストガスは酸化ガスであることを特徴とする請求項 5 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 7】 前記アシストガスは還元ガスであることを特徴とする請求項 5 記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 8】 前記所定の処理はエッチング処理であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のシャワーヘッド構造。

【請求項 9】 被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、真空引き可能になされた処理容器と、

前記被処理体を載置する載置台と、
前記被処理体を加熱する加熱手段と、
請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載したシャワーヘッド構造と、
前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、
を備えたことを特徴とする処理装置。

【請求項 1 0】 被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、
真空引き可能になされた処理容器と、
前記被処理体を載置する載置台と、
前記載置台に設けられた温度測定手段と、
前記被処理体を加熱する加熱手段と、
請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載したシャワーヘッド構造と、
前記被処理体の所定の処理時に前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、

温度校正用の被処理体を用いて所定の処理を行った時の前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記温度制御部における前記載置台の設定温度値を校正する温度校正制御部と、
を備えたことを特徴とする処理装置。

【請求項 1 1】 前記温度測定手段は、熱電対であることを特徴とする請求項 1 0 記載の処理装置。

【請求項 1 2】 シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた諸容器の処理空間に処理ガスを噴射し、加熱手段により所定の温度になされた被処理体に対して所定の処理を施すようにした処理方法において、

前記ガス噴射孔に放射温度計の光検出子を挿通して設け、前記放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御するようにしたことを特徴とする処理方法。

【請求項 1 3】 シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた諸容器の処理空間に処理ガスを噴射し、被処理体を載置する載置台に設けた温度測定手段の検出値に基づいて加熱手段を制御して前記被処理体を所定の温度に維持しつつ所定の処理を施すようにした処理方法において、

前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御することにより所定の枚数の前記被処理体に所定の処理を施す連続処理工程と、

温度校正用の被処理体に対して所定の処理を施しつつこの時の前記温度校正用の被処理体の温度を、前記ガス噴射孔に挿通するようにして設けられた光検出子を有する放射温度計により検出してモニタする温度校正用処理工程と、

前記モニタにより検出された検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記載置台の設定温度値を校正する温度校正工程と、

を有することを特徴とする処理方法。

【請求項 1 4】 前記連続処理工程と、前記温度校正用処理工程と、前記温度校正工程とを、所定の回数繰り返し行った時に前記処理容器内をクリーニングするクリーニング工程を行うようにしたことを特徴とする請求項 1 3 記載の処理方法。

【請求項 1 5】 前記クリーニング工程を行なった後に、前記処理容器内に前記被処理体を入れない状態で前記処理ガスを供給して薄膜を形成するブリコート工程を行うようにしたことを特徴とする請求項 1 4 記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば金属酸化膜などの成膜処理やエッチング処理等の熱処理を行う処理装置、シャワーヘッド構造及び処理方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、半導体デバイスを製造するには、半導体ウエハに成膜処理やパターンエッチング処理を繰り返し行なって所望のデバイスを製造するが、中でも成膜技術は半導体デバイスが高密度化及び高集積化するに伴ってその仕様が年々厳しくなっており、例えばデバイス中のキャパシタの絶縁膜やゲート絶縁膜のように非常に薄い酸化膜などに対しても更なる薄膜化が要求され、これと同時に更に高い絶縁性が要求されている。

【0 0 0 3】

これらの絶縁膜としては、シリコン酸化膜やシリコンナイトライド膜等を用いることができるが、最近にあっては、より絶縁特性の良好な材料として、金属酸化膜、例えば酸化タンタル (Ta_2O_5) 等が用いられる傾向にある（例えば特開平2-283022号公報）。この金属酸化膜は、酸化膜換算膜として薄くても信頼性の高い絶縁性を発揮する。そして、このような特性の良好な金属酸化膜を形成するには、成膜中の半導体ウエハの温度を精度良く制御することが望まれる。

【0004】

この金属酸化膜を形成するには、例えばタンタル酸化膜を形成する場合を例にとって説明すると、まず、半導体ウエハを成膜装置内に搬入して上記公報に開示されているように成膜用の原料として、タンタルの金属アルコキシド ($Ta(O_2C_2H_5)_5$) を用い、これを窒素ガス等でバブリングしながら供給して半導体ウエハを例えば450℃程度のプロセス温度に維持し、真空雰囲気下でCVD (Chemical Vapor Deposition) によりタンタル酸化膜 (Ta_2O_5) を積層させている。

この場合、温度管理を行うには、従来装置にあっては、ウエハを載置する載置台（サセプタ）に温度検出手段として熱電対を設け、ウエハの温度を間接的に検出してこの検出値に基づいて加熱ランプや加熱ヒータ等の加熱手段の出力を制御し、ウエハ温度を制御するようになっている。

【0005】

ところで、この種の熱電対は、上述のように直接的には載置台の温度を検出してこの上に載置されているウエハ温度を間接的に求めるようにしているので、実際のウエハ温度と検出温度との間にある程度の温度差が生ずることは避けられなかった。

そこで、上記熱電対に代えて、測定対象の特定波長帯域の放射輝度から測定対象の温度を測定する放射温度計を用いてウエハ温度を測定することが、例えば特開平8-264472号公報等において開示されている。この放射温度計によれば、非接触でウエハ温度を直接的に正確に測定し、検出することができるという利点を有する。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、この放射温度計を用いる場合、ウエハからの光を取り込むための光検出子の入射面に余分な薄膜が付着すると、この薄膜により光が吸収されて正確なウエハ温度を測定できなくなることから、ウエハに対する成膜処理中には処理空間に晒される光検出子の入射面、或いは入射面と処理空間を区画する透明ガラス基板等に対して、窒素ガス等の不活性ガスを処理空間側から吹き付けて、この入射面や透明ガラス基板面に、薄膜を付着させないようにしていた。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、この場合には、上述のように処理空間に余分な薄膜の付着を防止するだけの目的で不活性ガスを供給しているので、この余分な不活性ガスのために金属酸化膜を形成するのに必要なソースガス（例えばペントエトキシタンタル）の分圧が低下し、その結果、不活性ガスを供給した部分の膜厚が変化して、ウエハ面内における膜厚の均一性が劣化してしまう、といった問題があった。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、放射温度計を用いた場合にあって膜厚の面内均一性を高めることが可能なシャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に係る発明は、所定の処理を施すために加熱された被処理体を収容した処理空間に対して処理ガスを供給するための複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッド構造において、前記ガス噴射孔に、放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるように構成したことを特徴とするシャワーヘッド構造である。

このように、シャワーヘッド構造のガス噴射孔に放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるようにしたので、例えば成膜処理中に噴射される処理ガスにより上記光導入口ロッドが覆われるようになり、この光導入面に薄膜が付着することを防止することができる。従って、常時、被処理体の温度を正確に測定して検出することができる。

また、薄膜付着防止のために不活性ガス等の特別なガスを用いることがないので、原料ガスの分圧が部分的に乱れることがなく、成膜処理等の処理の面内均一性を向上させることができる。

【 0 0 0 9 】

この場合、例えば請求項 2 に規定するように、前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部に位置されている。

或いは、例えば請求項 3 に規定するように、前記光導入口ロッドは、ガス噴射面の実質的な中心部を含めてその半径方向に沿って複数個設けられるようにしてもよい。

また、この場合、例えば請求項 4 に規定するように、前記光導入口ロッドが設けられたガス噴射孔の開口面積は、該ガス噴射孔より噴射されるガスと同種のガスが噴射される他のガス噴射孔の開口面積よりも、前記光導入口ロッドの断面積に相当する面積だけ大きく設定されている。

これにより、光導入口ロッドが挿通されているガス噴射孔からのガス噴射量は、他の同種のガス噴射孔から噴射されるガス噴射量と略同じになるので、ガス流量に乱れを生ぜしめることがなく、この点よりも膜厚等の処理の面内均一性を一層向上させることができる。

【 0 0 1 0 】

この場合、例えば請求項 5 に規定するように、前記所定の処理は成膜処理であり、前記処理ガスは前記成膜処理に必要なアシストガスである。

また、例えば請求項 6 に規定するように、前記アシストガスは酸化ガスである。

或いは例えば請求項 7 に規定するように、前記アシストガスは還元ガスである。

また、例えば請求項 8 に規定するように、前記所定の処理はエッチング処理である。

請求項 9 に係る発明は、被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、真空引き可能になされた処理容器と、前記被処理体を載置する載置台と、前記被処理体を加熱する加熱手段と、上記シャワーヘッド構造と、前記シャワ

ーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、を備えたことを特徴とする処理装置である。

【 0 0 1 1 】

請求項 1 0 に係る発明は、被処理体に対して所定の処理を施すための処理装置において、真空引き可能になされた処理容器と、前記被処理体を載置する載置台と、前記載置台に設けられた温度測定手段と、前記被処理体を加熱する加熱手段と、上記シャワーヘッド構造と、前記被処理体の所定の処理時に前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御部と、温度校正用の被処理体を用いて所定の処理を行った時の前記シャワーヘッド構造に設けられた放射温度計の検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記温度制御部における前記載置台の設定温度値を校正する温度校正制御部と、を備えたことを特徴とする処理装置である。

この場合、例えば請求項 1 1 に規定するように、前記温度測定手段は、熱電対である。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 1 2 に係る発明は、上記処理装置によって行われる処理方法を規定したものであり、すなわち、シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた諸容器の処理空間に処理ガスを噴射し、加熱手段により所定の温度になされた被処理体に対して所定の処理を施すようにした処理方法において、前記ガス噴射孔に放射温度計の光検出子を挿通して設け、前記放射温度計の検出値に基づいて前記加熱手段を制御するようにしたことを特徴とする処理方法である。

また、請求項 1 3 に係る発明は、シャワーヘッド構造のガス噴射孔より真空引き可能になされた諸容器の処理空間に処理ガスを噴射し、被処理体を載置する載置台に設けた温度測定手段の検出値に基づいて加熱手段を制御して前記被処理体を所定の温度に維持しつつ所定の処理を施すようにした処理方法において、前記温度測定手段の検出値に基づいて前記加熱手段を制御することにより所定の枚数の前記被処理体に所定の処理を施す連続処理工程と、温度校正用の被処理体に対して所定の処理を施しつつこの時の前記温度校正用の被処理体の温度を、前記ガ

ス噴射孔に挿通するようにして設けられた光検出子を有する放射温度計により検出してモニタする温度校正用処理工程と、前記モニタにより検出された検出値と前記被処理体の目標温度値とに基づいて前記載置台の設定温度値を校正する温度校正工程と、を有することを特徴とする処理方法である。

【0013】

この場合、例えば請求項14に規定するように、前記連続処理工程と、前記温度校正用処理工程と、前記温度校正工程とを、所定の回数繰り返し行った時に前記処理容器内をクリーニングするクリーニング工程を行う。

また、例えば請求項15に規定するように、前記クリーニング工程を行なった後に、前記処理容器内に前記被処理体を入れない状態で前記処理ガスを供給して薄膜を形成するプリコート工程を行う。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に本発明に係るシャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明に係るシャワーヘッド構造を備えた処理装置を示す断面構成図、図2はシャワーヘッド構造のガス噴射面を示す模式図、図3はガス噴射面の一部を示す拡大図、図4はシャワーヘッド構造の一部を示す拡大断面図である。ここでは、処理として金属酸化膜であるタンタル酸化膜をCVDにより成膜する場合を例にとって説明する。

【0015】

まず、この処理装置2は、図1に示すように例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理容器4を有している。この処理容器4の底部6には、排気口8が設けられて、処理容器4内を真空引き可能としている。この処理容器4の天井部には、Oリング等のシール部材10を介してシャワーヘッド構造12が設けられており、この下面のガス噴射面18に設けた多数のガス噴射孔20A、20Bから処理空間Sに向けて各種の処理ガスを噴射するようになっている。

この処理容器4内には、処理容器4の底部6より起立させた円筒状のリフレクタ22上に、例えばL字状の3本の保持部材24（図1では2本のみ記す）を介

して被処理体としての半導体ウエハWを載置するための載置台26が設けられている。

【0016】

この載置台26の下方には、複数本、例えば3本のL字状のリフタピン28（図示例では2本のみ記す）が上方へ起立させて設けられており、このリフタピン28の基部は、上記リフレクタ22に形成した縦長挿通孔（図示せず）を挿通して、リング部材30に共通に接続されている。そして、このリング部材30を処理容器4の底部6に貫通して設けられた押し上げ棒32により上下動させることにより、上記リフタピン28を載置台26に貫通させて設けたリフタピン孔34に挿通させてウエハWを持ち上げ得るようになっている。

上記押し上げ棒32の容器底部6の貫通部には、処理容器4において内部の気密状態を保持するために伸縮可能なペローズ36が介設され、この押し上げ棒32の下端はアクチュエータ38に接続されている。

【0017】

また、処理容器4の底部の周縁部に設けた排気口8には図示しない真空ポンプに接続された排気通路40が接続されており、処理容器4内を所定の真空度まで真空引きし得るようになっている。また、処理容器4の側壁には、ウエハを搬出入する際に開閉されるゲートバルブ42が設けられる。

また、載置台26の直下の容器底部6には、大口径の底部開口44が設けられると共に、この底部開口44には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓46がOリング等のシール部材48を介して気密に設けられており、この下方には、透過窓46を囲むように箱状の加熱室50が設けられている。この加熱室50内には加熱手段として例えば複数の加熱ランプ52が反射鏡も兼ねる回転台54に取り付けられており、この回転台54は、回転軸を介して加熱室50の底部に設けた回転モータ56により回転される。従って、この加熱ランプ52より放出された熱線は、透過窓46を透過して薄い載置台26の下面を照射してこれを加熱し、更にこの載置台26上のウエハWを間接的に加熱し得るようになっている。

【0018】

一方、処理容器4の天井部に設けたシャワーヘッド構造12は、本出願人が先

に特開平 1 0 - 7 9 3 7 7 号公報で開示した構造と同様に形成されている。すなわち、シャワーヘッド構造 1 2 は載置台 2 6 の上面の略全面を覆うように対向させて設けられ、載置台 2 6 との間に処理空間 S を形成している。このシャワーヘッド構造 1 2 は処理容器 4 内に処理ガスとして成膜用の原料ガスや酸素等をシャワー状に導入するものであり、シャワーヘッド構造 1 2 の下面のガス噴射面 1 8 には、前述のようにガスを噴出するための多数の噴射孔 2 0 A、2 0 B が形成される。

【0 0 1 9】

このシャワーヘッド構造 1 2 内は、原料ガス用ヘッド空間 6 0 A とアシストガス用ヘッド空間 6 0 B とに 2 つに区画されており、原料ガス用ヘッド空間 6 0 A には、原料ガスとして例えばヘリウム等の不活性ガスよりなるキャリアガスで気化された気化状態の金属酸化膜原料、例えば金属アルコキシド ($\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$: ペントエトキシタンタル) を流量制御可能に導入するようになっている。また、アシストガス用ヘッド空間 6 0 B には、成膜反応を行うアシストガスとしてここでは酸化ガスである酸素を流量制御可能に導入するようになっている。そして、上記ガス噴射孔 2 0 A、2 0 B は、上記原料ガス用ヘッド空間 6 0 A に連通される原料ガス噴射孔 2 0 A とアシストガス用ヘッド空間 6 0 B に連通されるアシストガス噴射孔 2 0 B の 2 つの群に分けられており、成膜時には両ガス噴射孔 2 0 A、2 0 B から噴出された原料ガスとアシストガスである酸素とを処理空間 S にて混合して、いわゆるポストミックス状態で供給するようになっている。図 2 及び図 3 では両ガス噴射孔を区分するために、便宜上、原料ガス噴射孔 2 0 A を斜線の丸で示し、アシストガス噴射孔 2 0 B を白丸で示している。

【0 0 2 0】

また、シャワーヘッド構造 1 2 の側壁にはこの部分の温度を原料ガスの液化及び分解を防止するために、例えば 1 4 0 ~ 1 7 5 °C 程度に加熱するための加熱ヒーター 6 2 が設けられており、また、処理容器 4 の側壁にも、壁面を加熱するために加熱ヒーター 6 4 が設けられており、側面を原料ガスが液化しないで、且つ熱分解しない温度、例えば 1 4 0 ~ 1 7 0 °C の範囲内に維持するようになっている。

そして、このシャワーヘッド構造 1 2 には、本発明の特徴とする放射温度計 6

6 が設けられる。具体的には、この放射温度計 6 6 は、実際に上記半導体ウエハ W からの光を捕集するための光導入口ロッド 6 8 と、この光導入口ロッド 6 8 で取り込んだ光（輝度）に基づいてウエハ W の温度を求める温度検出部 7 0 とを有している。この光導入口ロッド 6 8 は、例えば石英やサファイア等よりなる細い棒状体として形成されており、シャワーヘッド構造 1 2 の天井部を貫通するようにして下方向へ直線状に設けている。そして、この光導入口ロッド 6 8 の天井部に対する貫通部には、気密性を維持するためのリング等のシール部材 7 2 が介在されると共に、この光導入口ロッド 6 8 の下部は、図 1 及び図 4 にも示すように、ガス噴射面 1 8 に多数形成された上記アシストガス噴射孔 2 0 B の内の、実質的に中心部に位置するアシストガス噴射孔 2 0 B' 内に挿通されている。そして、このロッド先端は、アシストガス噴射孔 2 0 B の開口端と略同一水平レベルとなるように設定されている。従って、成膜時にこのアシストガスの噴射孔 2 0 B' からは O_2 ガスが噴射されるので、この光導入口ロッド 6 8 の先端である光導入面 6 8 A に余分な薄膜が付着することを阻止できるようになっている。

【 0 0 2 1 】

ここで、上記原料ガス噴射孔 2 0 A やアシストガス噴射孔 2 0 B（2 0 B' も含む）は、ウエハ W の表面に膜厚が面内均一になるように薄膜が堆積するようにガス噴射面 1 8 に適正に分散させてそれぞれ配置されている。そして、本発明の重要な点はその内の 1 つのアシストガス噴射孔 2 0 B' に、上述のように光導入口ロッド 6 8 を挿通して設けている点である。これにより、光導入口ロッド 6 8 への膜付着防止のために成膜処理に不要な不活性ガスを用いなくても済むことになる。そして、この場合、上記光導入口ロッド 6 8 を設けることによって、これを挿通したアシストガス噴射孔 2 0 B' の直下のガス流量の乱れやガス分圧の乱れ等が生じると、このアシストガス噴射孔 2 0 B' の直下近傍のウエハ表面の膜厚に影響を与えて膜厚の面内均一性を劣化させる原因になることから、この光導入口ロッド 6 8 が挿通されたアシストガス噴射孔 2 0 B' の開口面積 S は、他のアシストガス噴射孔 2 0 B の開口面積 S_1 よりも、上記光導入口ロッド 6 8 の断面積に相当する面積 S_2 だけ大きく設定するのが好ましい。換言すれば、光導入口ロッド 6 8 が挿通されたアシストガス噴射孔 2 0 B' のガス噴射面積は、この開口面積 S よ

り光導入口ッド68の断面積 S_2 を引いた値となり、この値が他の一般のアシストガス噴射孔20Bの開口面積 S_1 、すなわちガス噴射面積と略同じになるように設定するのが好ましく、これにより、上記光導入口ッド68をアシストガス噴射孔20B'内に設けても、アシストガスの噴射量の分布に悪影響を受けることを極力抑制することが可能となる。

【0022】

具体的には、ガス種等にもよるが、原料ガス噴射孔20Aの直径 D_1 は、例えば2.5mm程度であり、一般的なアシストガス噴射孔20Bの直径 D_2 は例えば1mm程度であり、また、光導入口ッド68の直径 D_3 は例えば1.2mm程度なので、光導入口ッド68を挿通したアシストガス噴射孔20B'の直径 D は1.56mm程度である。すなわち、アシストガス噴射孔20Bのドリルによる穿孔形成時に、上記光導入口ッド68を挿通するアシストガス噴射孔20B'のみの直径をやや大きく穴加工を行うことになる。

また図1に戻って、上記温度検出部70の出力は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる温度制御部74に入力されており、この温度制御部74は、上記温度検出部70の検出値に基づいて、加熱手段である加熱ランプ52の出力を制御し、ウエハ温度をコントロールするようになっている。

【0023】

次に、以上のように構成された処理装置を用いて行われる本発明の処理方法について説明する。

まず、真空状態に維持された処理容器4内に、図示しないトランスファチャンバやロードロック室側から開放されたゲートバルブ42を介して未処理の半導体ウエハWを搬入し、リフタピン28を上下動することによってこのウエハWを載置台26上に載置する。

そして、処理容器4内を真空引きして所定のプロセス圧力を維持しつつ加熱ランプ52を駆動して半導体ウエハWを所定の温度まで昇温して維持し、シャワーヘッド構造12から原料ガスと O_2 ガスを処理空間Sに供給し、これにより、金属酸化膜の成膜処理を行う。

【0024】

この場合、液体原料である $Ta(OC_2H_5)_5$ は He ガスを用いて気化器により気化されて原料ガスとなって供給され、また、この供給系は原料ガスの再液化防止のために周知のように所定の温度、例えば $160^{\circ}C$ 程度に予熱されている。

シャワーヘッド構造 12 の原料ガス用ヘッド空間 60A に流れ込んだ原料ガスは、これよりガス噴射面 18 に設けた原料ガス噴射孔 20A から処理空間 S に供給されることになる。

【0025】

一方、シャワーヘッド構造 12 のアシストガス用ヘッド空間 60B に到達した O_2 ガスはこれよりガス噴射面 18 に設けたアシストガス噴射孔 20B、20B' から処理空間 S に供給されることになる。

このように処理空間 S に噴出された原料ガスと O_2 ガスは、この処理空間 S で混合されて反応し、ウエハ表面に、例えば酸化タンタル膜 (Ta_2O_5) を堆積し、成膜することになる。

この時のウエハ温度は $400 \sim 500^{\circ}C$ の範囲内、例えば $480^{\circ}C$ 程度であり、シャワーヘッド構造 12 の表面温度は例えば $150^{\circ}C$ 程度である。

ここで、ウエハ W の表面からの光はガス噴射面 18 の略中央部のアシストガス噴射孔 20B' 内に設けた放射温度計 66 の光導入口ロッド 68 で捕集されて、その温度が温度検出部 70 で求められる。この放射温度計 66 で検出されたウエハ温度は温度制御部 74 へ入力され、この入力されたウエハ温度に基づいてこの温度制御部 74 は、上記加熱ランプ 52 の出力を制御し、ウエハ温度が所定の値を維持するようにコントロールする。

【0026】

このような状況下において、上記光導入口ロッド 68 の先端の光導入面 68A に不要な薄膜が付着すると、この薄膜により光導入口ロッド 68 に導入される光の一部が吸収されてウエハ温度の検出値が不正確になる恐れが生ずるが、本実施例の場合には、この光導入口ロッド 68 を挿通したアシストガス噴射孔 20B' からアシストガスとして O_2 ガスが噴射されているので、光導入面 68A に不要な薄膜が付着することを防止することができる。従って、光導入面 68A には不要な

薄膜がほとんど付着することはないので、ウエハ温度を常に略正確に検出することができることから、ウエハ温度を正確にコントロールすることができる。

また、上記光導入口ロッド 6 8 は、特別に設けた取付孔ではなく、しかも余分な不活性ガスを用いるのでもなく、この成膜反応に必要なアシストガスを供給するアシストガス噴射孔 2 0 B' に設けてこのアシストガスにより余分な薄膜が付着することを防止するようにしたので、この光導入口ロッド 6 8 を設けた箇所の真下近傍の原料ガスの分圧に悪影響を与えることもなく、処理の面内均一性、すなわち、ここでは膜厚の面内均一性を劣化させることなくこれを高く維持することができる。

【 0 0 2 7 】

しかも、光導入口ロッド 6 8 が挿通されたアシストガス噴射孔 2 0 B' のガス噴射面積（＝開口面積 S －孔導入口ロッド 6 8 の断面積 S_2 ）を、他のアシストガス噴射孔 2 0 B の開口面積 S_1 （＝ガス噴射面積）と略同一になるように設定しているので、アシストガスである O_2 ガスの噴射量の分布が悪影響を受けることがなく、この点より、膜厚の面内均一性を一層高く維持することが可能となる。

尚、ここで孔導入口ロッド 6 8 をアシストガス噴射孔 2 0 B' ではなく、原料ガス噴射孔 2 0 A 内に挿通させて設けることも考えられるが、この場合には、原料ガス中の成分が孔導入口ロッド 6 8 の孔導入面 6 8 A を含む表面に付着して薄膜を形成するので好ましくない。

【 0 0 2 8 】

また、ここで上記シャワーヘッド構造 1 2 に取り付けた放射温度計 6 6 が適正に且つ精度良くウエハ W の温度を測定して検出できるか否か、という点について評価実験を行ったので、その評価結果について説明する。

図 5 は成膜処理を行う前の熱電対（ウエハに装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差を示すグラフ、図 6 は成膜処理を行う前後の熱電対（ウエハ装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差の変化を示すグラフである。

まず、図 5 に示す場合にはプロセス温度は、4 4 0℃、4 6 0℃、4 8 0℃の 3 種について行っており、各プロセス温度において、プロセス圧力を 0. 3 T o r r（4 0 P a）、1. 2 T o r r（1 6 0 P a）及び 2. 5 T o r r（3 3 3

Pa) の3通りに変化させている。アシストガスとして N_2 ガスを1000 s c c mで供給した。また、ウエハの真の温度は、このウエハに熱電対を直接的に取り付けて測定している。

図示するように、放射温度計の計測値と熱電対の計測値の差である温度差は、440～480℃の各温度において-0.4～+0.4℃の範囲内であり、±0.5℃の範囲内に納まって良好な結果を示しているので、放射温度計で正確にウエハ温度を計測できることが判明した。

【0029】

次に、成膜処理が放射温度計に与える影響を調べるために、実際に成膜処理を行う前の温度差と、成膜処理を行った後の上記温度差がどのように変化するか評価を行った。ここでは、全体として厚さ2 μ mの Ta_2O_5 (タンタル酸化膜) を成膜処理した。また、プロセス温度は440℃、460℃及び480℃の3通りに変化させており、各温度において、プロセス圧力を0.3 Torr (40 Pa)、1.0 Torr (133 Pa)、2.5 Torr (333 Pa) 及び5.0 Torr (665 Pa) の4通りに変化させた。

図6から明らかなように、各プロセス温度に共通して、0.3 Torrの時は温度差が略-1.0℃まで達してやや劣るが、使用に耐え得る範囲内であり、また、プロセス圧力が1.0～5.0 Torrの範囲内では、温度差は全て±0.5℃の範囲内に納まっており、特に良好な結果を示していることが判明した。

【0030】

また、上記実施例にあっては、シャワーヘッド構造12のガス噴射面12Aの略中央部に1つの孔導入口ロッド68を設けた場合について説明したが、処理装置によっては載置台26を複数の加熱ゾーンに分割して、加熱ゾーン毎に独立して温度制御をする場合もあり、このような装置例の場合には、加熱ゾーン毎に放射温度計の光導入口ロッド68を設けるようにしてもよい。図7は載置台を内周と外周の2つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入口ロッドの配置状態を示す図、図8は載置台を内周と、中周と、外周の3つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入口ロッドの配置状態を示す図である。

図7に示す場合には、載置台の加熱ゾーンが内周ゾーンと外周ゾーンとに同心

円状に分離されている時のシャワーヘッド構造のガス噴射面 1 8 を示し、このガス噴射面 1 8 の内周と外周とに対応させて、それぞれ光導入口ロッド 6 8 を設けており、それぞれの放射温度計の検出値に基づいて各ゾーン毎に載置台の温度制御を行うことができる。

【 0 0 3 1 】

また、図 8 に示す場合には、載置台の加熱ゾーンが、内周ゾーンと中周ゾーンと外周ゾーンとに同心円状に分離されている時のシャワーヘッド構造のガス噴射面 1 8 を示し、このガス噴射面 1 8 の内周と中周と外周とに対応させて、それぞれ光導入口ロッド 6 8 を設けており、それぞれの放射温度計の検出値に基づいて各ゾーン毎に載置台の温度制御を行うことができる。

ここで、加熱ゾーンの分割形態は、上述のような同心円状の分割形態に限定されず、どのような分割形態を取ってもよい。

【 0 0 3 2 】

以上の実施例では、ウエハ W の熱処理時にはこの温度を放射温度計 6 6 で常時計測し、この計測値を温度制御部 7 4 へ入力して加熱ランプ 5 2 をフィードバック制御してウエハ温度をコントロールしていたが、これに限定されず、載置台 2 6 に熱電対を設けてこの熱電対の計測値で加熱ランプをフィードバック制御し、そして、定期的、或いは不定期的に、放射温度計を用いてウエハ温度を求めて設定温度値を校正（補正）するようにしてもよい。

図 9 はこのような本発明の変形例の処理装置を示す構成図である。尚、図 1 中に示す部分と同一構成部分については同一符号を付して説明を省略する。

図示するように、ここでは載置台 2 6 に温度測定手段として例えば熱電対 8 0 を設けており、ここで測定された検出値を温度制御部 8 2 へ入力し、この検出値に基づいて加熱ランプ 5 2 への電力をコントロールして上記載置台 2 6 が所定の設定温度値を維持するように制御することになる。

一方、シャワーヘッド構造 1 2 に設けた放射温度計 6 6 で測定された検出値は、温度校正制御部 8 4 へ入力されるようになっており、ここで必要に応じてこの検出値と上記熱電対 8 0 とに基づいて、上記温度制御部 8 2 における設定温度値を校正し得るようになっている。

【 0 0 3 3 】

次に、この装置例の動作について説明する。

まず、上述のように設定温度値を校正する理由は、以下の通りである。

一般に、載置台 2 6 とウエハ W との接触面は微視的に見て均一ではなく、僅かな不均一な隙間が存在することからこれが熱抵抗となってウエハ W の真の温度は、載置台 2 6 の真の温度よりも数度、例えば 5℃ 程度低くなって温度差が発生することは避けられない。従って、熱処理時に載置台 2 6 の温度をコントロールする場合には、上記温度差を加味して載置台の設定温度値を定めることになる。例えばウエハ温度を 4 6 0℃ にして熱処理を行いたい場合には、上記温度差、例えば 5℃ を加味して載置台 2 6 の設定温度値を 4 6 5℃ に設定することになる。

【 0 0 3 4 】

ここで成膜処理が進行してある程度の枚数のウエハを成膜処理すると、処理容器の内壁等にも薄膜が付着してこれが内部の熱反射率等を変化、例えば低下させてしまうので、これに起因して、載置台 2 6 の温度を 4 6 5℃ に維持しているにもかかわらず、ウエハ W が目標温度である 4 6 0℃ まで十分に加熱されずに、例えば 3℃ 低い 4 5 7℃ を維持してしまうことになう。このような時に、上記温度が低くなった 3℃ 分だけ、上記載置台 2 6 の設定温度値を校正し、ここでは 4 6 8℃ ($= 4 6 5℃ + 3℃$) に再設定することになり、これによりウエハ温度を再度 4 6 0℃ に維持することが可能となる。

実際の熱処理時には、まず、所定の枚数、例えば 1 ロット 2 5 枚だけのウエハ W を連続して熱処理（成膜）する（これを連続処理工程と称す）。この連続処理工程の間は放射温度計 6 6 からの検出値は用いないで、載置台 2 6 に設けた熱電対 8 0 にて測定した検出値を常時用以て温度制御部 8 2 は加熱ランプ 5 2 をフィードバック制御する。ここでの載置台 2 6 の設定温度値は、上述したと同様にウエハ W の温度を 4 6 0℃ にするために、初期の載置台 2 6 とウエハ W との間の温度差を 5℃ と仮定して、4 6 5℃ とする。

【 0 0 3 5 】

このようにして、所定の枚数のウエハ処理が行われたならば、次の温度校正用処理工程へ移行する。ここでは、処理容器 4 内へ、製品用のウエハ W ではなく、

温度校正用の被処理体である温度校正用のダミーウエハを搬入し、プロセス圧力、プロセス温度を上記した製品用のウエハと同様にして処理を行う。尚、この際、成膜用の処理ガスの供給は行わないようにしてもよい。この温度校正用のダミーウエハを熱処理する時には、シャワーヘッド構造12に設けた放射温度計66も動作させて、上記ダミーウエハの温度を検出してモニタすることになり、この検出値は上記温度校正制御部84へ入力される。これと同時に、上記熱電対80で測定された検出値も上記温度校正制御部84へも入力されることになる。

【0036】

このように、温度校正用処理工程を終了したならば、次に、温度校正工程へ移行する。すなわち、上記モニタした放射温度計66の検出値と上記ウエハWの目標温度値とに基づいて上記温度制御部82の載置台26に対する設定温度値を校正する。尚、この目標温度値は、予め記憶させておいてもよいし、上記温度制御部82側から情報として得るようにしてもよい。例えば前述したように、ウエハ温度が目標温度値である460℃よりも3℃低い457℃（放射温度計の検出値）であった場合には、上記温度制御部82に対して、載置台26の設定温度値に3℃プラスして新たな設定温度値として468℃に校正する。このように、設定温度値が468℃に設定され、次のウエハ処理からは、この再設定された設定温度値である468℃になるよう載置台26の温度が制御され、これによりウエハ温度が目標温度値である460℃に維持されることになる。

【0037】

そして、上記連続処理工程、温度校正用処理工程及び温度校正工程が、この順序で所定の回数繰り返し行われることになる。

このようにして、載置台の設定温度値を常に適正な値に校正することができ、ウエハWの処理温度を常時、略目標温度値を維持しつつ所定の熱処理を行うことが可能となる。

また、上述のように、上記各工程を所定の回数繰り返し行ったならば、処理容器4内にパーティクルの原因となる不要な膜が多量に付着することになるので、例えばC1F3、NF3、C2F6、CF4等のクリーニングガスを処理容器4内へ流すことによりクリーニング処理を行って、上記不要な膜を除去する。

そして、このようなクリーニング処理を行ったならば、処理容器 4 内の熱的なコンディションを整えるために、ウエハ W を処理容器 4 内へ入れない状態で、上記成膜処理と同様なプロセス条件で処理ガス等を流して処理容器 4 の内壁及びこの中の構造物の表面に薄膜を付着させるプリコート処理を行う。

【 0 0 3 8 】

このようなプリコート処理を行ったならば、処理容器 4 内の壁面等の反射率も変化しているので、製品ウエハを流す前に、前記した温度校正用処理工程及び温度校正工程を行うようにするのがよい。これにより、クリーニング後でも、載置台の設定温度値を適正な値に校正することができる。

上記連続処理工程でのウエハ W の処理枚数は 2 5 枚に限定されず、ウエハ 1 枚当たりの成膜量等に基づいて任意に設定できる。

尚、以上の各実施例では、加熱手段として加熱ランプ 5 2 を採用した場合について説明したが、これに限定されず、加熱手段として載置台に埋め込んだ抵抗加熱ヒータを用いた場合にも、本発明を適用することができる。

【 0 0 3 9 】

また、ここでは処理としてタンタル酸化膜を成膜する場合を例にとって説明したが、他の膜種を堆積する場合についても本発明を適用することができる。例えば、他の膜種としては、 WF_6 ガスと H_2 ガスを用いてタングステン膜を熱 CVD により成膜する場合、 $TiCl_4$ ガスと NH_3 ガスとを用いて TiN 膜を熱 CVD により成膜する場合、 $TiCl_4$ ガスと H_2 ガスとを用いて Ti 膜をプラズマ CVD により成膜する場合等にも本発明を適用することができる。この場合には、アシストガスである還元ガス、すなわち H_2 ガス、 NH_3 ガスのガス噴射孔に放射温度計の光導入口ロッドを設けるようにする。

更には、処理として成膜処理に限らず、光導入口ロッドに薄膜が付着する恐れのあるような処理、例えばプラズマエッチング処理を行うエッチング処理装置にも本発明を適用することができる。この場合には、シャワーヘッド構造において、エッチングガスを噴射する噴射孔に上記光導入口ロッドを設けるように構成すればよい。

また、本発明では、被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、こ

れに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用することができるのは勿論である。

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のシャワーヘッド構造、処理装置及び処理方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

請求項1～3、5～9、12に係る発明によれば、シャワーヘッド構造のガス噴射孔に放射温度計の光導入口ロッドを挿通させて設けるようにしたので、例えば成膜処理中に噴射される処理ガスにより上記光導入口ロッドが覆われるようになり、この光導入面に薄膜が付着することを防止することができる。従って、常時、被処理体の温度を正確に測定して検出することができる。

また、薄膜付着防止のために不活性ガス等の特別なガスを用いることがないので、原料ガスの分圧が部分的に乱れることがなく、成膜処理等の処理の面内均一性を向上させることができる。

請求項4に係る発明によれば、光導入口ロッドが挿通されているガス噴射孔からのガス噴射量は、他の同種のガス噴射孔から噴射されるガス噴射量と略同じになるので、ガス流量に乱れを生ぜしめることがなく、この点よりも膜厚等の処理の面内均一性を一層向上させることができる。

請求項10、11、13～15に係る発明によれば、載置台の設定温度値を常に適正な値に校正することができ、ウエハの処理温度を常時、略目標温度値を維持しつつ所定の熱処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るシャワーヘッド構造を備えた処理装置を示す断面構成図である。

【図2】

シャワーヘッド構造のガス噴射面を示す模式図である。

【図3】

ガス噴射面の一部を示す拡大図である。

【図4】

シャワーヘッド構造の一部を示す拡大断面図である。

【図 5】

成膜処理を行う前の熱電対（ウエハに装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差を示すグラフである。

【図 6】

成膜処理を行う前後の熱電対（ウエハ装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差の変化を示すグラフである。

【図 7】

載置台を内周と外周の 2 つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入ロッドの配置状態を示す図である。

【図 8】

載置台を内周と、中周と、外周の 3 つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入ロッドの配置状態を示す図である。

【図 9】

本発明の変形例の処理装置を示す構成図である。

【符号の説明】

- 2 処理装置
- 4 処理容器
- 1 2 シャワーヘッド部
- 1 8 ガス噴射面
- 2 0 A 原料ガス噴射孔
- 2 0 B アシストガス噴射孔
- 2 6 載置台
- 4 6 透過窓
- 5 2 加熱ランプ（加熱手段）
- 6 0 A 原料ガス用ヘッド空間
- 6 0 B アシストガス用ヘッド空間
- 6 6 放射温度計
- 6 8 光導入ロッド

6 8 A 光導入面

7 0 温度検出部

7 4 温度制御部

8 0 熱電対（温度測定手段）

8 2 温度制御部

8 4 温度校正制御部

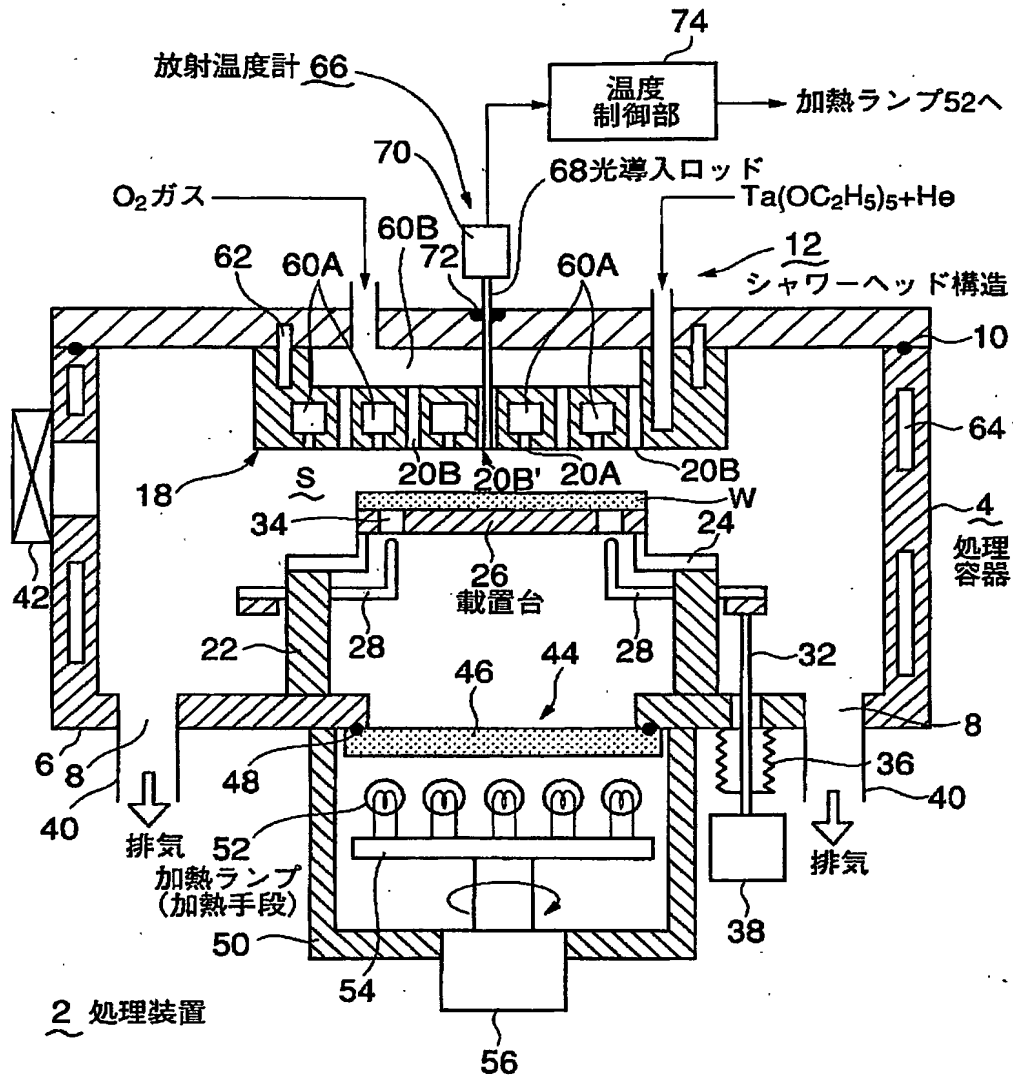
S 処理空間

W 半導体ウエハ（被処理体）

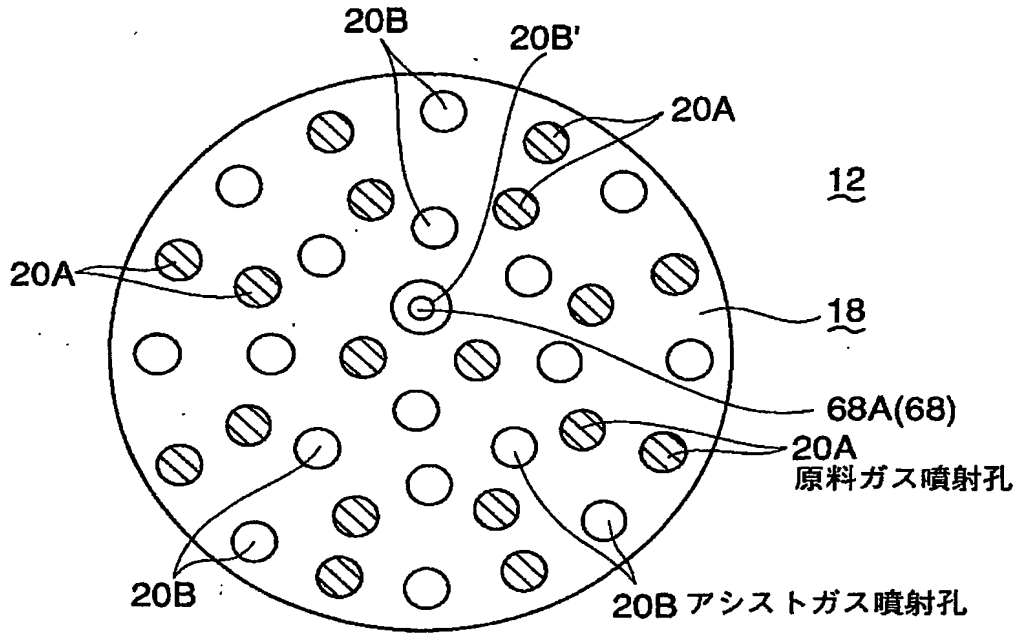
【書類名】

図面

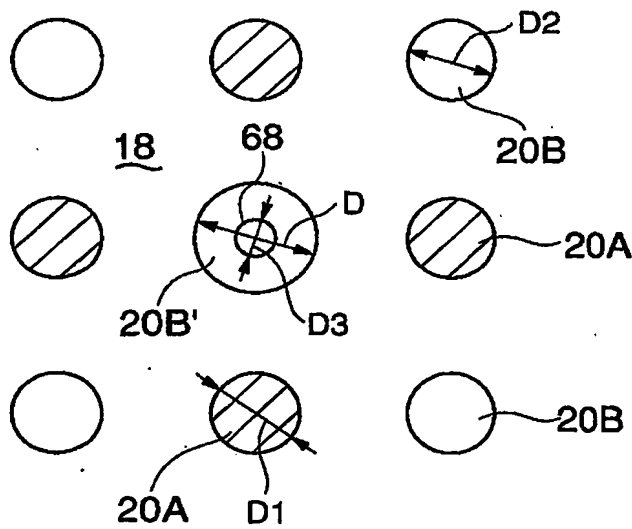
【図1】



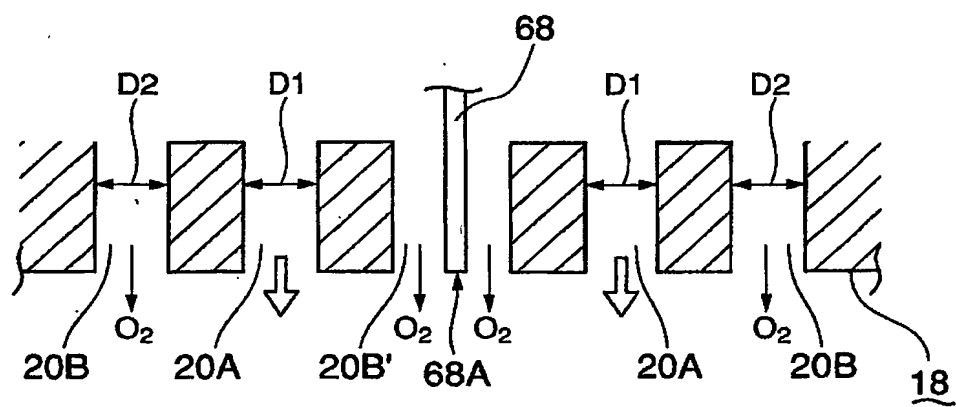
【図 2】



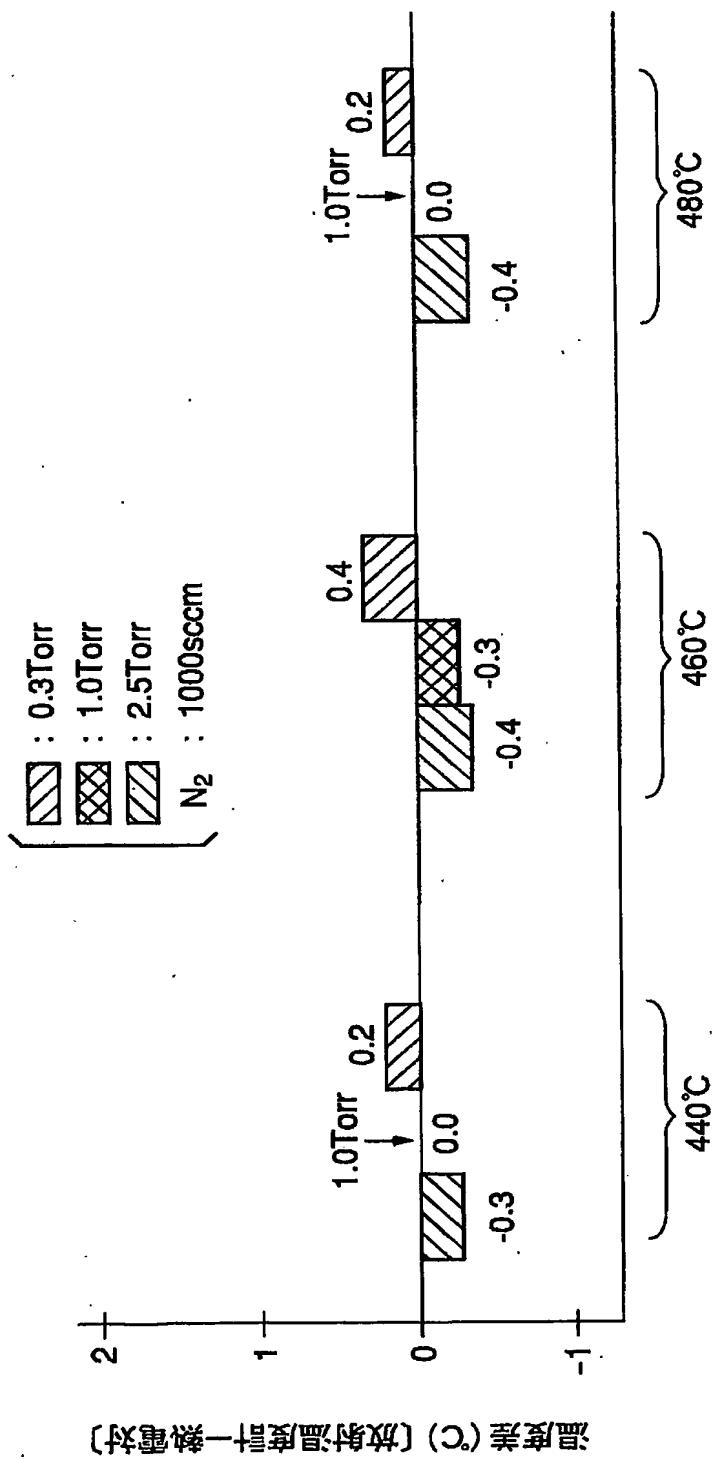
【図 3】



【図 4】

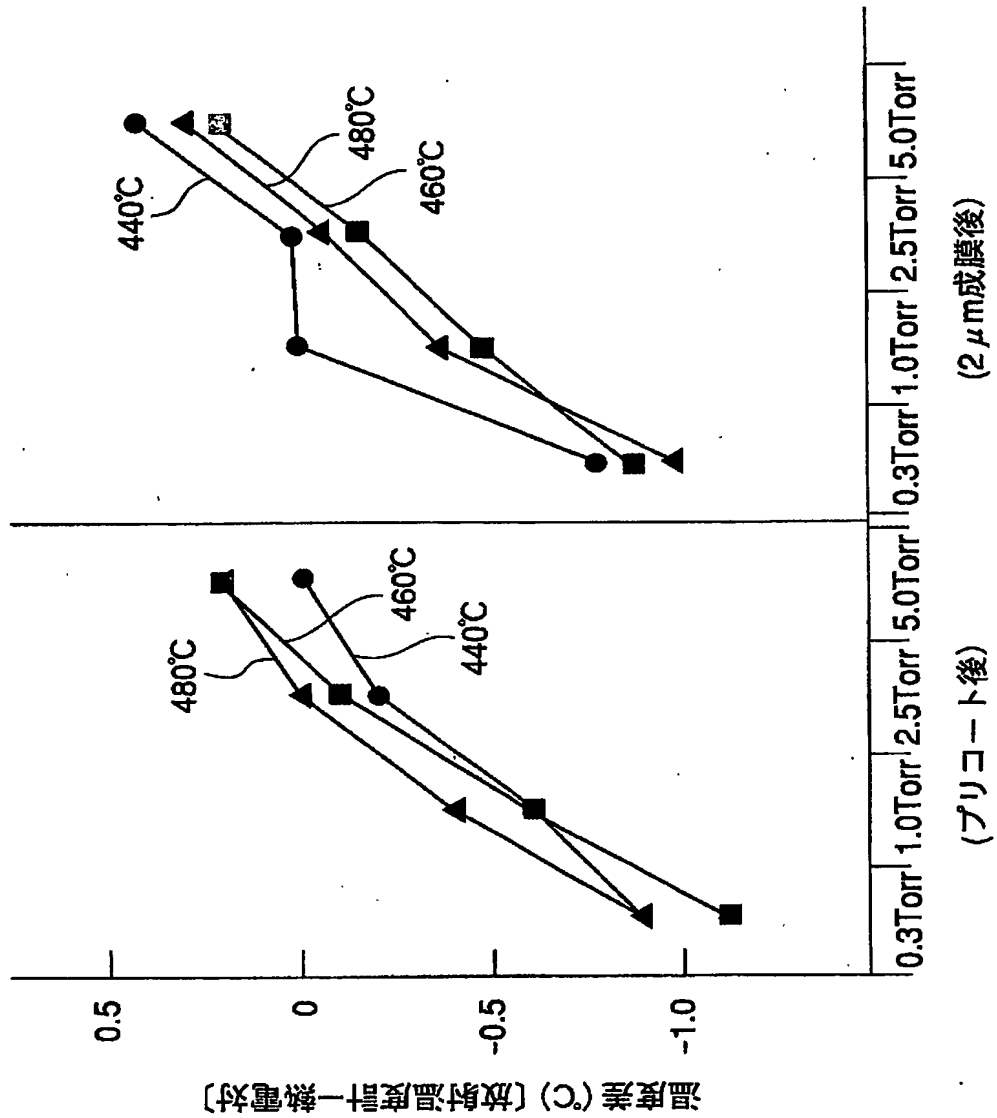


【図 5】

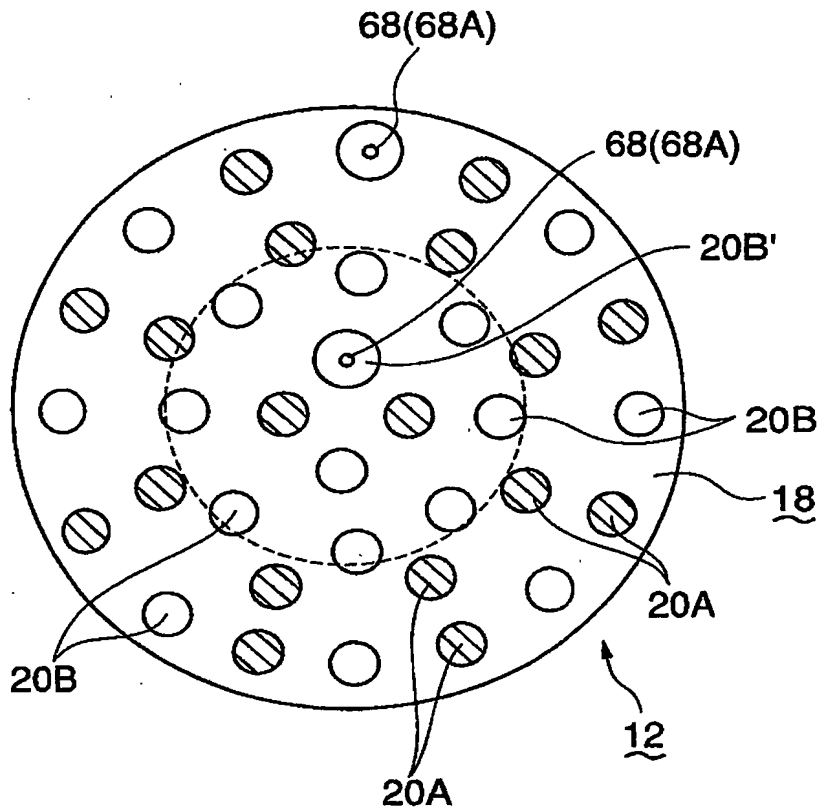


ウエハ設定温度

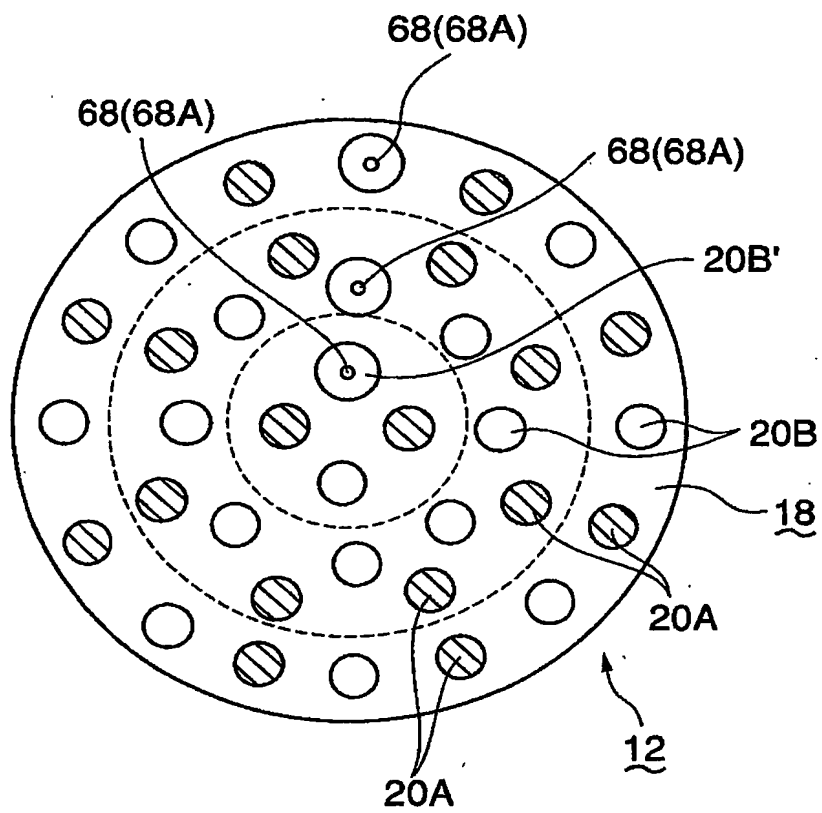
【図 6】



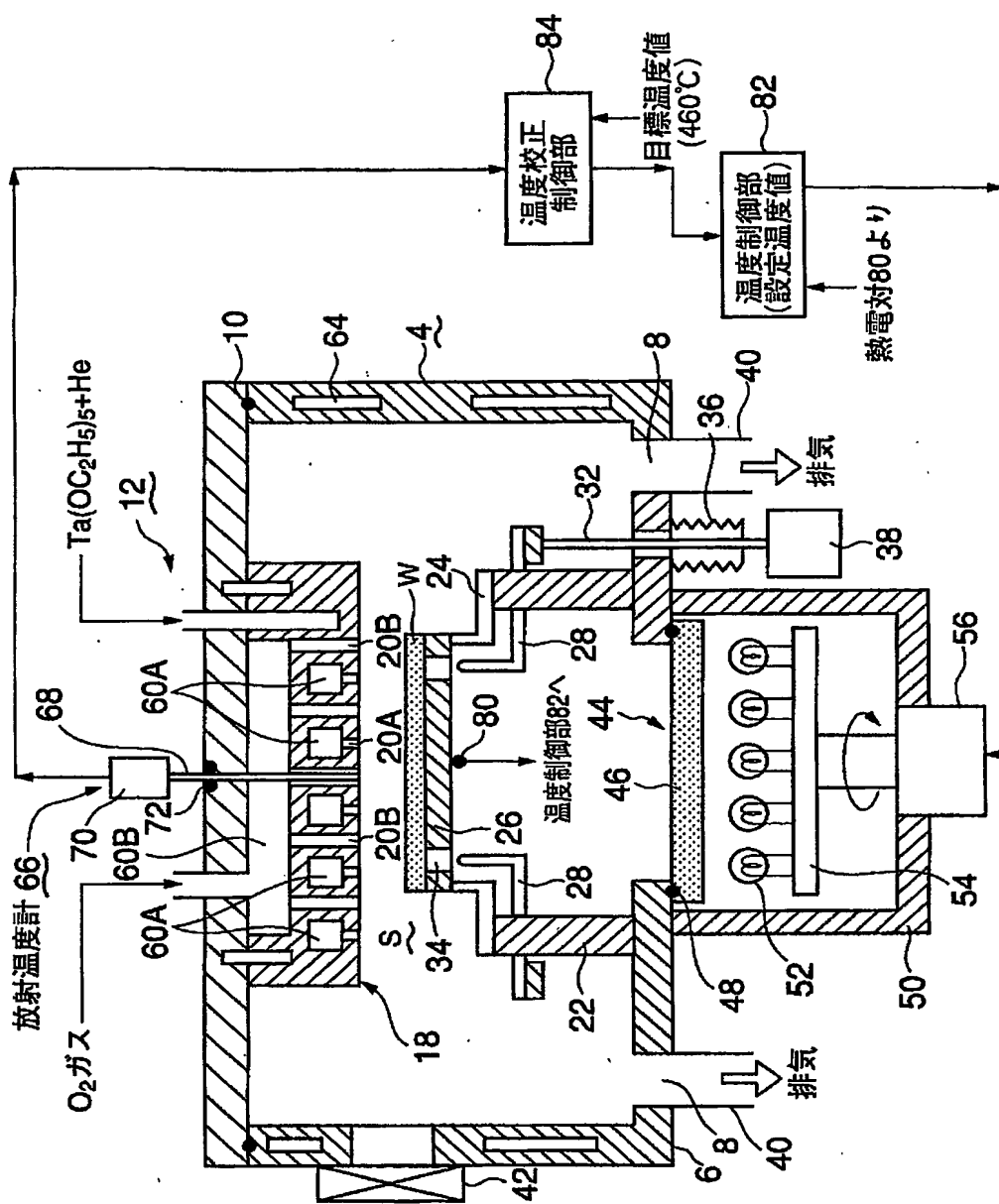
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放射温度計を用いた場合にあって膜厚の面内均一性を高めることが可能なシャワーヘッド構造を提供する。

【解決手段】 所定の処理を施すために加熱された被処理体Wを収容した処理空間4に対して処理ガスを供給するための複数のガス噴射孔20A, 20Bを有するシャワーヘッド構造12において、前記ガス噴射孔に、放射温度計66の光導入ロッド68を挿通させて設けるように構成する。これにより、例えば成膜処理中に噴射される処理ガスにより上記光導入ロッドが覆われるようになり、この光導入面に薄膜が付着することを防止することができる。

【選択図】 図1

特 2002-054541

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-054541
受付番号	50200283912
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 3月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 2月28日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.